

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Naotake TAKEYAMA

Application No.: To be Assigned

Group Art Unit: To be Assigned

Filed: September 16, 2003

Examiner:

For: WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-287096

Filed: September 30, 2002

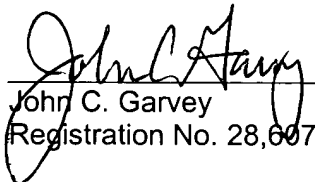
It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 9-16-03

By: John C. Garvey

  
John C. Garvey  
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    9 月 3 0 日  
Date of Application:

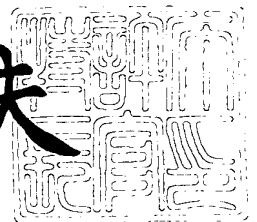
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 8 7 0 9 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 8 7 0 9 6 ]

出      願      人            ファナック株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月    7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 3 5 2 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 21501P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23H 7/10

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 武山 直丈

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 015473**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9306857**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ワイヤ放電加工機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワイヤ挿通孔にワイヤ電極を自動的に結線処理を行いワイヤ自動結線が成功したか否かを判断する自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機において、前回の自動結線でワイヤ結線が成功したときには次の結線ではワイヤ送り速度を増加させて自動結線させることを特徴とするワイヤ放電加工機。

【請求項 2】 前回のワイヤ自動結線が成功である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させる量を決定する請求項 1 記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 3】 前記増加させる量は、次回の結線位置が前回の結線位置と同一位置か異なる位置かで異ならせることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 4】 前回の判断結果がワイヤ結線失敗である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を低減させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の内いずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 5】 前回のワイヤ自動結線が失敗である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定する請求項 1 乃至 3 の内いずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 6】 ワイヤ挿通孔にワイヤ電極を自動的に結線処理を行いワイヤ自動結線が成功したか否かを判断する自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機において、挿通孔位置情報に対応させて該挿通孔でのワイヤ結線時のワイヤ送り速度情報と、ワイヤ結線の判断結果情報を記憶する記憶手段を備え、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させることを特徴とするワイヤ放電加工機。

【請求項 7】 前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、前記記憶手段に記憶された過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時におけるワイヤ送り速度を決定する請求

項 6 記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 8】 前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を減少させる請求項 6 又は請求項 7 記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 9】 前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗である場合、前記記憶手段に記憶された過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定する請求項 6 又は請求項 7 記載のワイヤ放電加工機。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワイヤ放電加工機に関し、特にワイヤ自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

自動結線装置を備え、該ワイヤ自動結線装置でワーク（被加工物）の加工開始穴である挿通孔にワイヤ電極を自動的に挿通しワイヤ電極を自動結線するようにしたワイヤ放電加工機においては、この自動結線装置によるワイヤ結線作業の成功率や作業時間がワイヤ放電加工作業の効率に大きく影響を与える。そのため、加工するワークの厚さやワイヤ電極の径、材質等の条件を設定し、ワイヤ結線におけるワイヤ送り速度をその条件に適した速さにすることによって、ワイヤ自動結線作業の時間の短縮化を図り、又途中で結線が失敗した場合には、ワイヤ送り速度を遅くしてワイヤ結線を実確にする方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

又、ワイヤ自動結線する際に、加工するワークに上ワイヤガイド装置のノズルを密着させて結線する密着モードか、離れて結線するモードかを設定し、密着モードであれば、ワイヤ結線時間短縮を優先したワイヤ送り速度を選択して結線し、離れて結線するモードであれば、ワイヤ結線の成功率を優先したワイヤ送り速

度が選択されて結線し、ワイヤ自動結線作業の効率化を図ったものも知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

さらに、ワイヤ結線が失敗した場合、再度行うワイヤ結線ではワイヤ送り速度を遅く切り替えて結線成功率を向上させるようにしたものも知られている（例えば、特許文献 3 参照）。

#### 【 0 0 0 4 】

##### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 2 6 9 5 1 号公報

##### 【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 1 3 7 1 2 4 号公報

##### 【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 2 8 8 2 5 号公報

#### 【 0 0 0 5 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来の技術では、上述したように、設定条件によって、ワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決めたり、結線失敗時にワイヤ送り速度を低減して再度ワイヤ結線を行うことによって、ワイヤ結線作業の時間短縮を図ると共にワイヤ結線の成功率を高めることにより、自動結線装置によるワイヤ結線作業の効率を向上させるものである。

#### 【 0 0 0 6 】

一方、ワイヤ放電加工においては、1つのワークに対し複数の加工形状を加工する場合があります。各加工形状毎に設けられている加工開始孔であるワイヤ挿通孔にワイヤを挿通して加工を行わねばならない。又、粗加工、仕上げ加工と同一の加工形状に対して複数回の放電加工を行う場合、同一の加工形状に対して粗加工を行った後、直ちに仕上げ加工を行うことは少なく、ワークに対して全ての加工形状の粗加工を行った後、1回以上の仕上げ加工をそれぞれ各加工形状に対して順次行うのが通常である。この場合、各加工形状に対して、粗加工、仕上げ加工を行う度に、挿通孔にワイヤ電極を挿通させるワイヤ結線作業を行わねばならない。

## 【0007】

このような場合、ワイヤ結線作業は全体のワイヤ放電加工作業で占める割合が増加するため、この作業効率を向上させることが望ましい。

そこで、本発明の目的は、同一のワークに対して複数の加工形状を加工する際のワイヤ結線作業を効率よく行うことができるようにすることにある。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

請求項1に係わる発明は、ワイヤ挿通孔にワイヤ電極を自動的に結線処理を行いワイヤ自動結線が成功したか否かを判断する自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機において、前回の自動結線でワイヤ結線が成功したときには次の結線ではワイヤ送り速度を増加させて自動結線させるようにしたものである。請求項2に係わる発明は、さらに過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させる量を決定する。又、請求項3に係わる発明は、増加させる量を次の結線位置が前回の結線位置と同一位置か異なる位置かで異ならせる。さらに、請求項4に係わる発明は、前回の判断結果がワイヤ結線失敗である場合、次のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を低減させる。又、請求項5に係わる発明は、前回のワイヤ自動結線が失敗である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定するようにした。

## 【0009】

請求項6に係わる発明は、同一挿通孔に複数回ワイヤ電極の結線が行われるような場合に適合するもので、挿通孔位置情報に対応させて該挿通孔でのワイヤ結線時のワイヤ送り速度情報と、ワイヤ結線の判断結果情報を記憶する記憶手段を備え、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、次のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させるようにした。又、請求項7に係わる発明は、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の同一挿通孔での成功か否かの判断結果に基づいて次のワイヤ結線時のワイヤ送り速度の増加させる量を決定するようにした。さらに、請求項8に係わる発明は、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗であ



る場合、次のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を減少させるようにした。又、請求項9に係わる発明は、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の同一挿通孔での成功か否かの判断結果に基づいて次のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定するようにした。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施形態の要部ブロック図で、ワイヤ放電加工機の制御装置を中心に記載している。符号10は、ワイヤ放電加工機を制御する数値制御装置等で構成される制御装置である。該制御装置10には、プロセッサ11と該プロセッサ11にバス18で結合されている、ROM、RAM等からなるメモリ12、表示器13、キーボード等の入力手段14、加工プログラム等を外部記憶媒体から入力又は出力するインターフェース15、各軸制御回路16、入出力回路17等で構成されている。

#### 【0011】

軸制御回路16は、ワークが載置されるテーブルを直交するX、Y軸方向に駆動するX軸、Y軸、上ガイドを該X軸、Y軸に直交する方向に移動させるZ軸、テーパ加工のための直交するU軸、V軸をそれぞれ駆動する各モータを制御するもので、各軸の位置、速度、電流のフィードバック制御手段等を備える。この各軸制御手段16には、各軸のサーボアンプ21を介して各軸サーボモータ25が接続されている。なお各サーボモータには位置・速度検出器が取り付けられ、位置、速度をそれぞれの軸制御回路にフィードバックするように構成されているが、この図1では省略している。

#### 【0012】

又、入出力回路17には、ワイヤ放電加工機のワイヤとワーク間に電圧を印加して放電を生じせしめるための電源回路22、ワークの加工開始孔である挿通孔にワイヤ電極を挿通させるための自動結線装置23、ワイヤ電極を供給するワイヤ電極供給装置24、さらには、その他の周辺機器に接続されている。

#### 【0013】

上述したワイヤ放電加工機の構成は、従来から公知のワイヤ放電加工機の構成

と変わりはない。本発明は、従来の放電加工機が有するハードウェアを利用して、新たな機能を付加したものである。

#### 【0014】

図2は、このようなワイヤ放電加工機を用いてワークWに複数の加工形状を加工する例の説明図である。この図2で示す例では、ワークWに対して、ワークの上面（XY平面）の上からみたときの形状が、矩形の形状1、三角形の形状2、台形の形状3、円形の形状4を加工する例であり、実線で示す線が、放電加工により加工される切断位置を示し、破線は上、下ガイド位置（ワイヤ電極位置）をワークWに対して早送りで相対移動させる線を意味している。又、符号H1，H2，H3，H4は各加工形状に対して設けられた加工開始時にワイヤ電極を挿通する挿通孔であり、 $(x1, y1)$ ， $(x2, y2)$ ， $(x3, y3)$ ， $(x4, y4)$ はそれぞれ各挿通孔のX，Y座標位置を表す。

#### 【0015】

図3は、図2に示す各加工形状の加工順序の説明図で、加工形状1から加工形状4を順に粗加工を行い、次に仕上げ加工を順に行うよう加工プログラムが作成されているものとする。この場合、まず、ワイヤ電極を挿通させるために自動結線装置23により加工形状1の加工開始孔である挿通孔H1の位置 $(x1, y1)$ に早送りでワークWを移動させて位置決めし、該位置 $(x1, y1)$ を上、下ガイドと対向させ、ワイヤ電極を自動結線する。結線完了後、加工形状1の粗加工のワイヤ放電加工を行い、この形状の粗加工が終了すると、ワイヤ切断作業を行い、次の加工形状2の挿通孔H2の位置 $(x2, y2)$ に早送りでワークWを移動させ、該位置が上、下ガイドと対向するよう位置決めする。そしてこの加工形状2の挿通孔H2に自動結線し加工形状2の粗加工を行う。以下、同様に、各加工形状の挿通孔H3，H4の位置に位置決めして自動結線を行い、粗加工する作業を自動的に行う。全ての加工形状の粗加工が終了すると、再び加工形状1から仕上げ加工を順に行うため、各加工形状の挿通孔H1，H2，H3，H4の位置に順に位置決めしワイヤ電極を自動結線し、仕上げ加工を行い、ワイヤを切断し、次の加工形状の挿通孔に位置決めする動作を繰り返し行うことになる。

#### 【0016】

## 第1の態様

図4は、加工プログラムより自動結線指令が読み込まれたとき、制御装置10のプロセッサ11が実行する本発明の第1の態様における処理フローチャートである。プロセッサ11は、メモリ12に格納された加工プログラムを読み出し、順次実行するが、図2に示すような加工を図3に示すような加工順で加工するようにプログラムされているときを例にとって説明する。

### 【0017】

まず、加工形状1を加工すべく、該加工形状の加工開始孔である挿通孔H1の位置(x1, y1)と上、下ワイヤガイドが対向するようにワークWを移動させて位置決めする。続いて加工プログラムから自動結線指令が読みとられるから、プロセッサ11は自動結線装置23に自動結線指令を出力すると共に、初期設定されているワイヤ送り速度でワイヤ電極を供給するようワイヤ電極供給装置24を駆動制御する(ステップ101)。

### 【0018】

自動結線装置23では、従来同様に自動結線処理を行い、結線が成功したか失敗したかの信号を制御装置10に送信する。プロセッサ11は、自動結線装置23から送られてくる信号に基づいて、結線が成功か失敗かを判断し(ステップ102)、成功の場合には、現在のワイヤ送り速度より所定量だけ速いワイヤ送り速度に更新設定し、次の挿通孔への自動結線時のワイヤ送り速度を設定しておく(ステップ103)。

### 【0019】

一方、結線が失敗したときには、ワイヤ送り速度を所定量だけ遅いワイヤ送り速度とし(ステップ104)、該ワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置24を駆動し、自動結線装置23に自動結線指令を出力する(ステップ105)。自動結線装置23では、前回よりも所定量遅いワイヤ送り速度で自動結線を行い、成功か失敗かの信号を制御装置10に送信する。制御装置10のプロセッサ11は、結線の成功、失敗の信号が送られてくると(ステップ106)、ワイヤ送り速度を所定量だけ速くし、該速度を元の速度に戻しておく(ステップ107)。

### 【0020】

制御装置 1 0 のプロセッサ 1 1 は、設定回数の結線指令を自動結線装置 2 3 に出力し設定回数の結線失敗の信号を受けたときには、この挿通孔 H へのワイヤ結線は不可能として、該形状の加工を行わず、次の加工形状の挿通孔位置にワーク W を位置決めする。

#### 【 0 0 2 1 】

なお、図 4 で示す第 1 の態様では、結線に失敗した箇所での失敗原因が、他の挿通孔でのワイヤ結線においては、あてはまることは少ないと考え、再度の自動結線指令での自動結線の結果が、結線成功でも失敗でも、ワイヤ送り速度を元の速度に戻すようにする。ただし、結線が失敗した箇所での失敗原因が、他の挿通孔でのワイヤ結線においても、あてはまると考えられる場合には、自動結線に成功したときは元のワイヤ送り速度に戻し、失敗したときには元の速度に戻さず、次の自動結線時には 1 段階遅い（所定量遅くした）ワイヤ送り速度で自動結線するようにする。この場合、ステップ 1 0 6 では、結線成功か否か判断し、成功ならば、ステップ 1 0 7 に移行し、失敗ならば、ステップ 1 0 7 の処理を行うことなくこの自動結線処理を終了しメインプログラムにリターンする。

#### 【 0 0 2 2 】

このようにして、ワイヤの自動結線が 1 回で成功すれば、次の挿通孔 H に対する自動結線ではワイヤ送り速度が 1 段階（所定量）速くされるので、自動結線時間の短縮が図られるものである。

#### 【 0 0 2 3 】

##### 第 2 の態様

図 5 は、第 2 の実施形態のフローチャートであり、この第 2 の実施形態では、前回の結線位置と同じ位置で結線するような場合、すなわち、同一形状を続けて 2 回加工するような場合には、2 回目の加工におけるワイヤ送り速度をさらに速くして結線するようにし、又、過去の結線成功、失敗の状態に応じて、自動結線時のワイヤ送り速度を決定するようにしたものである。

#### 【 0 0 2 4 】

加工プログラムより自動結線指令が読みとられるとプロセッサ 1 1 は、現在位置（X，Y 軸位置）が記憶されている位置と一致するか判断し（ステップ 2 0 1

）、一致しない場合には、この位置記憶をクリアして（ステップ 2 0 3）、自動結線指令を自動結線装置 2 3 に出力し、設定されているワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置 2 4 を駆動する（ステップ 2 0 4）。自動結線装置 2 3 から結線成功又は失敗の信号が入力されたか判断し（ステップ 2 0 5）、成功ならば、成功の連続回数を計数するカウンタ C s を 1 加算する（ステップ 2 0 6）。なお、該カウンタ C s 及び後述する結線失敗の連続回数を計数するカウンタ C f は電源投入時の初期設定で、「0」に設定されている。

#### 【0 0 2 5】

次に、結線失敗の連続回数を計数するカウンタ C f が設定値（図 5 では 2 と設定している）以上か判断し（ステップ 2 0 7）、設定値（2）以上でなければ、該カウンタ C f をクリアし（ステップ 2 0 8）、当該挿通孔の位置（X，Y 軸位置）を記憶し（ステップ 2 0 9）、ワイヤ送り速度の設定を 1 段階上げる。すなわち所定量だけ速い速度に設定し（ステップ 2 1 0）、メインプログラムにリターンする。

#### 【0 0 2 6】

自動結線が成功し、かつ失敗の連続回数 C f が設定値未満の場合には、現在位置が記憶され（ステップ 2 0 9）、次の自動結線時のワイヤ送り速度が 1 段階速く設定される（ステップ 2 1 0）。次の自動結線を実行するため、次の挿通孔位置にワーク W が位置決めされ、自動結線指令がプログラムから読みとられると、プロセッサ 1 1 は記憶位置と現在位置が一致するか判断する（ステップ 2 0 1）。同一形状の加工を続けて行う場合には、記憶位置と現在位置が一致するから、ワイヤ送り速度がさらに 1 段階速く設定される（ステップ 2 0 2）。この場合は、ステップ 2 1 0 でワイヤ送り速度がすでに 1 段階速く設定されているので、2 段階速く設定されることになる。また、失敗の連続回数 C f が設定値以上の場合や、結線に失敗し、ワイヤ送り速度を 1 段階遅くした状態で結線が成功した場合には、現在位置を記憶しない（ステップ 2 0 9 が実行されない）ので、同一形状の加工を続けて行う場合でも、ステップ 2 0 2 が実行されないため、ワイヤ送り速度がさらに 1 段階速く設定されることはない。

#### 【0 0 2 7】

以下、前述したステップ203, 204, 205の処理がなされるが、結線に失敗したとき、連続結線失敗を記憶するカウンタCfに「1」加算し（ステップ213）ワイヤ送り速度を1段階遅く（所定量だけ遅く）設定し、該速度ワイヤ電極供給装置24を駆動すると共に自動結線指令を出力し（ステップ215）、自動結線装置23から成功／失敗の信号を待つ（ステップ216）。この信号が入力されると、連続結線成功を計数するカウンタCsの値が設定値（この図5では2）以上か判断し（ステップ217）、設定値以上であれば、ワイヤ送り速度を1段階速い速度に設定する（ステップ218）、又設定値に達してなければ、ワイヤ送り速度の設定値はステップ214で1段階遅いモードにしたままとする。そして、カウンタCsをクリアした後（ステップ219）、リターンする。

#### 【0028】

なお、ステップ216で、結線失敗信号を受信したと判断したときには、ステップ219に移行し、結線成功したと判断されたときのみ、ステップ216からステップ217に移行し、カウンタCsが設定値（2）以上のときには、ステップ218で、1段階ワイヤ送り速度を速くするのではなく、1段階よりも少し速く、例えば1.5段階速くするようにしてもよい。すなわち（所定量×1.5）だけワイヤ送り速度を増加させる。これにより、ステップ214で1段階遅くしていることから、0.5段階速くしたことになる。又、この場合、カウンタCsが設定値に達してなければ、ステップ214で1段階遅くしたままでもよく、又は1段階速くして元に戻すようにしてもよい。

#### 【0029】

以下、自動結線指令が加工プログラムより読み込まれる毎にステップ201以下の処理を行うが、1回目の結線指令での結線が失敗し、結線失敗を計数するカウンタCfの値が設定値（2）以上に達している段階で、結線に成功したとき、ステップ207で、該カウンタCfの値が設定値（2）以上であることが判別するので、ステップ207からステップ211に移行し、該カウンタCfをクリアすると共に、ワイヤ送り速度を0.5段階だけ速い速度とする。すなわち所定量×0.5の量だけワイヤ送り速度を増大させ速くするように設定する（ステップ212）。

**【0030】**

なお、この第2の態様においても、結線が成功する毎に次回の自動結線時のワイヤ送り速度を1段階だけ増大（所定量だけ増大）させたが、結線成功が連続して続くような場合、1段階よりも大きく増大させてもよい。例えば、ステップ208の次に、結線成功を計数するカウンタCsの値が設定値（例えば2）以上か判断し、設定値以上のときには、例えば1.5段階速いワイヤ送り速度に設定するようにしてもよい。

**【0031】****第3の態様**

図6は本発明の第3の態様での自動結線処理のフローチャートである。この第3の形態は、図2、図3の加工例のように、複数の加工形状を順次粗加工して、次に仕上げ加工を行うような場合で、同一の挿通孔Hに再度ワイヤ電極を挿通し結線するような場合、同一挿通孔に対して次に自動結線する際には、前回ワイヤ結線に成功しているときには、前回のワイヤ送り速度よりも速い送り速度でワイヤ電極を送り自動結線するようにしたものである。

**【0032】**

この場合、図8に示すような、挿通孔位置情報とワイヤ送り速度の段階情報と結線成功／失敗情報を記憶するテーブルT1がメモリ12に設けられる。

ワークWが挿通孔位置に位置決めされ、加工プログラムより自動結線指令が読み込まれると、プロセッサ11は図6の処理を開始し、まず、テーブルT1を読み現在の位置がこのテーブルの挿通孔位置に記憶されているか判断する。記憶されていなければ、この挿通孔に対するワイヤ電極の結線は最初の結線であり、ステップ303に進み、自動結線指令を自動結線装置23に出力すると共に、初期設定されているワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置24を駆動する。

**【0033】**

自動結線装置23から結線成功／失敗の信号が送られて来て（ステップ304）、結線成功の場合には、テーブルT1に挿通孔の位置を記憶すると共に、結線時のワイヤ送り速度の段階情報を記憶し、又結線成功／失敗の欄には成功を示す「0」を記憶する。このステップ305では、挿通孔に最初にワイヤ電極を挿通

し結線したときの処理では、現在位置情報と、ワイヤ送り速度が設定値の速度を示す「0」、結線成功を示す「0」の情報が記憶されることになる。

#### 【0 0 3 4】

又、ステップ3 0 4で結線失敗と判断されたときには、ステップ3 1 0に移行し、テーブルT 1に現在位置情報と、ワイヤ送り速度が設定値の速度を示す「0」、結線失敗を示す「1」の情報が記憶されることになる。そして、ワイヤ送り速度を1段階遅くするためテーブルT 1のワイヤ送り速度段階情報は、現在記憶値より－1減じられた値に設定する（ステップ3 1 1）。この記憶値に所定量を乗じた値を加算したワイヤ送り速度（このケースでは負の所定量となるから減じられたワイヤ送り速度）となり、このワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置2 4を駆動すると共に自動結線指令を自動結線装置2 3に出力する（ステップ3 1 2）。そして、自動結線装置2 3から結線成功／失敗の信号が受信されるまで待ち（ステップ3 1 3）、テーブルT 1のワイヤ送り速度段階情報に「1」加算し、元の段階に戻して（ステップ3 1 4）、リターンする。そして、結線成功であれば、加工形状の加工が行われ、結線失敗であれば、加工形状の加工は行われず、次の挿通孔の位置へ位置決めされる。

#### 【0 0 3 5】

こうして、挿通孔に最初にワイヤ電極を挿通し結線するときには、ステップ3 0 1～3 0 4と処理し、結線成功であれば、ステップ3 0 5の処理を行い、結線失敗ならば、ステップ3 1 0～3 1 4の処理を行ってリターンする。そして、全ての挿入孔に対して自動結線処理が1度なされた状態では、テーブルT 1に、挿通孔の位置情報に対して、ワイヤ送り速度の段階情報、結線の成功／失敗の情報が記憶されることになる。図8では、図2に示すような挿通孔が4つある場合の例が示されている。

#### 【0 0 3 6】

こうして、全ての挿通孔に1度結線処理がなされた後、図3に示すように仕上げ加工のため再度挿通孔にワイヤ電極を挿通し結線する場合には、テーブルT 1には挿通孔位置が記憶されているから、自動結線指令で図6の処理を開始し、テーブルT 1を読み出したとき、現在位置と一致する挿通孔位置情報があるからス



テップ 3 0 1, 3 0 2 から、ステップ 3 0 6 に移行し、当該挿通孔位置に記憶されている前回結線時の成功／失敗の情報を読み出し、前回成功していれば、ワイヤ送り速度段階情報に 1 加算した値を設定する（ステップ 3 0 7）。又、前回失敗していれば、ワイヤ送り速度段階情報から 1 減算した値を設定する（ステップ 3 1 5）。そして、設定されているワイヤ送り速度に、このテーブル T 1 に記憶するワイヤ送り速度段階情報の値に所定量乗じた値を加算し、当該自動結線のワイヤ送り速度とし、ワイヤ電極供給装置 2 4 を駆動し、自動結線装置 2 3 に結線指令を出力する（ステップ 3 0 8）。その結果、前回の結線が成功していれば、ワイヤ送り速度は 1 段階（所定量）速くなり、前回結線に失敗していれば、1 段階（所定量）遅くなる。

#### 【0 0 3 7】

そして、自動結線装置 2 3 から、結線成功／失敗の信号が送られて来て（ステップ 3 0 9）、結線成功であればステップ 3 0 5 に移行する。結線失敗であればステップ 3 1 0 に移行する。この場合、すでに挿通孔位置はテーブル T 1 に記憶され、かつ、ワイヤ送り速度段階情報もステップ 3 0 7, 3 1 5 で更新されているから、ステップ 3 0 5 では結線成功の情報のみが上書きされることになる。又、ステップ 3 1 0 では、結線失敗の情報のみが上書きされることになる。そして、結線失敗のときは、前述したステップ 3 1 1 ～ステップ 3 1 4 の処理を行いメインプログラム処理にリターンする。

#### 【0 0 3 8】

以上のように同一挿通孔にワイヤ電極を挿通し結線する場合、前回の結線の成功、失敗に応じて、ワイヤ送り速度を増減して結線処理を行うようにしたから、結線処理動作時間が短くなると共に、結線の成功率を向上させることができる。

#### 【0 0 3 9】

##### 第 4 の態様

図 7 は、本発明の第 4 の態様における自動結線処理のフローチャートである。この第 4 の態様は、図 6 に示す第 3 の態様と同様で同一挿通孔に対して複数回ワイヤ結線をするような場合、2 回目以降に結線する際に、過去数回の結線時における成功／失敗の結果に基づいて、ワイヤ送り速度を決定するようにしたもので

ある。

#### 【 0 0 4 0 】

この第 4 の態様の場合、メモリ 1 2 には図 9 に示すようなテーブル T 2 が設けられる。このテーブル T 2 は、第 3 の態様において用いたテーブル T 1 と相違する点は、結線成功／失敗の情報欄が過去複数回分設けられている点である。この図 9 に示す例では、過去 3 回分の結線成功／失敗情報を記憶できるようにしており、同一挿通孔に対して、さらに多い回数の結線を行う場合には、このテーブル T 2 における結線成功／失敗の情報欄の情報は、シフトさせて、常に最新過去 3 回の結線成功／失敗の情報を記憶するようにしている。

#### 【 0 0 4 1 】

この第 4 の態様では、過去 3 回の結線成功／失敗の情報に基づいて、ワイヤ送り速度を決定するもので、図 7 に示す処理と図 6 で示す処理で相違する点は、図 6 のステップ 3 0 7, 3 1 5 が図 7 ではステップ 4 0 7, 4 1 5 となっている点で相違するのみで他の処理は同一である。すなわち、図 7 におけるステップ 4 0 1 ~ 4 0 6 の処理は図 6 のステップ 3 0 1 から 3 0 6 とそれぞれ同一処理であり、図 7 におけるステップ 4 0 8 ~ 4 1 4 の処理は図 6 におけるステップ 3 0 8 ~ 3 1 4 の処理とそれぞれ同一である。

#### 【 0 0 4 2 】

同一挿通孔に対して 2 回目以降のワイヤ結線を行うとき、前回の結線が成功しているときには、ステップ 4 0 1, 4 0 2, 4 0 7 と進み、ステップ 4 0 7 では、過去の結線成功／失敗情報に基づいて、ワイヤ送り速度の増加の度合いを変える。結線成功が続いておれば、速度増加量を大きくし、失敗がつづいて、前回成功したものであれば、ワイヤ送り速度増加量は小さいものとする。例えば、過去の結線成功に「0. 5」の重みを与え、前回の結線時における成功の情報は利用せず、過去 2 回目又は 3 回目に結線におけるの成功数に 0. 5 を掛けた値に「1」を加算した値を当該回の自動結線のワイヤ送り速度段階とする。

#### 【 0 0 4 3 】

例えば、遡って過去 2 回目、3 回目に結線成功が 2 つ記憶されていれば、 $1 + 0. 5 \times 2 = 2$  が現在記憶されているワイヤ送り速度段階情報に加算されて設定

される。又、遡って過去 2 回目、3 回目に結線成功が 1 つ記憶されていれば、 $1 + 0.5 \times 1 = 1.5$  が、又、遡って過去 2 回目、3 回目に 1 つも結線成功が記憶されいなければ  $1 + 0.5 \times 0 = 1$  がワイヤ送り速度段階情報に加算されて設定される。

#### 【0 0 4 4】

又、前回の結線時において結線失敗であれば、ステップ 4 1 5 の処理を行い、遡って過去 2 回目、3 回目の結線成功／失敗の情報に基づいて、ワイヤ送り速度の減少させる量が決定される。この場合も、例えば、過去の結線成功に対して重み 0.5 を与え、遡って過去 2 回目、3 回目に結線成功数に 0.5 を掛けた値から 1 減じた値を現在記憶中のワイヤ送り速度段階情報に加算するようにする。この場合、遡って過去 2 回目、3 回目に結線成功が 1 回も記憶されてなければ、「-1」が加算され、1 回記憶されていれば、 $0.5 \times 1 - 1 = -0.5$  が加算され、結線成功が 2 回記憶されていれば  $0.5 \times 2 - 1 = 0$  となり、ワイヤ送り速度段階情報を変更しない。

#### 【0 0 4 5】

こうしてステップ 4 0 7 又は 4 1 5 で、ワイヤ送り速度段階情報が更新された後、このワイヤ送り速度段階情報に所定量が掛けられて得られた値を初期設定のワイヤ送り速度に加算して当該自動結線時のワイヤ送り速度としてワイヤ電極供給装置 2 4 を駆動すると共に自動結線指令を自動結線装置 2 3 に出力し自動結線動作を実行させる（ステップ 4 0 8）。

以下、図 6 のステップ 3 0 9 ～ 3 1 4 と同一の処理であるステップ 4 0 9 ～ 4 1 4 までの処理を実行してメイン処理にリターンする。

#### 【0 0 4 6】

#### 【発明の効果】

本発明は、過去における自動結線の成功／失敗の情報に基づいて、自動結線時のワイヤ送り速度を調整するようにしたから、ワイヤ結線時間を短縮することができると共に結線成功率をも向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の一実施形態のワイヤ放電加工機の要部ブロック図である。

【図 2】

ワイヤ放電加工の例の説明図である。

【図 3】

同ワイヤ放電加工の例の加工順序、結線順序を示す説明図である。

【図 4】

本発明の第 1 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 5】

本発明の第 2 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 6】

本発明の第 3 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 7】

本発明の第 4 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 8】

第 3 の態様で用いるテーブルの説明図である。

【図 9】

第 4 の態様で用いるテーブルの説明図である。

【符号の説明】

1 0    ワイヤ放電加工機の制御装置

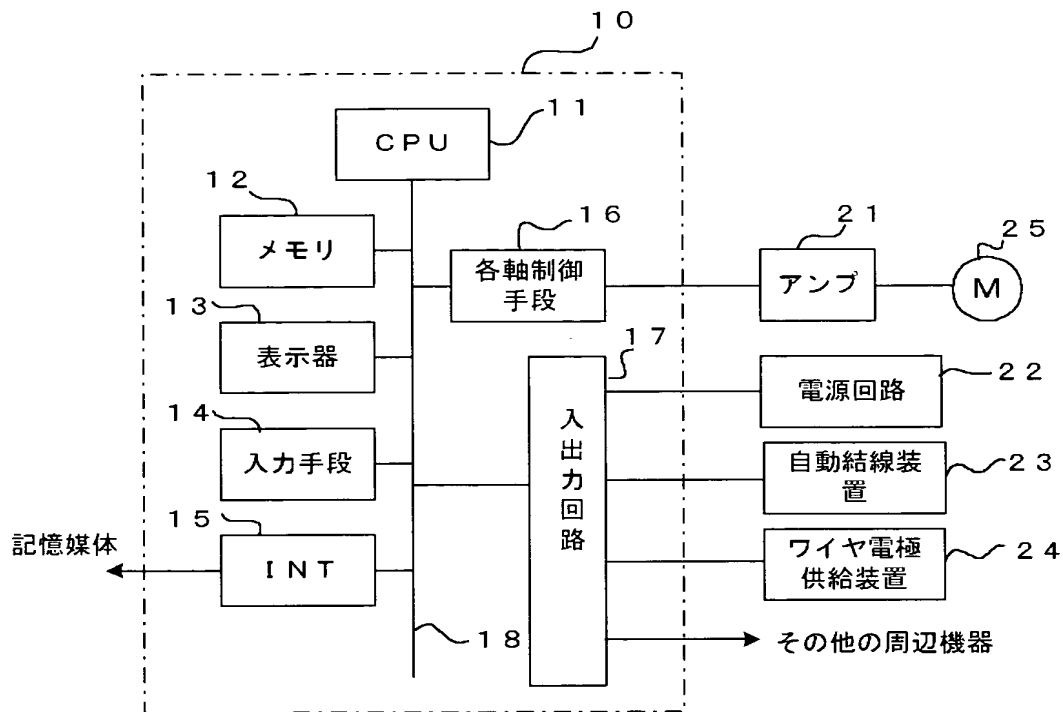
W    ワーク

T 1 , T 2    テーブル

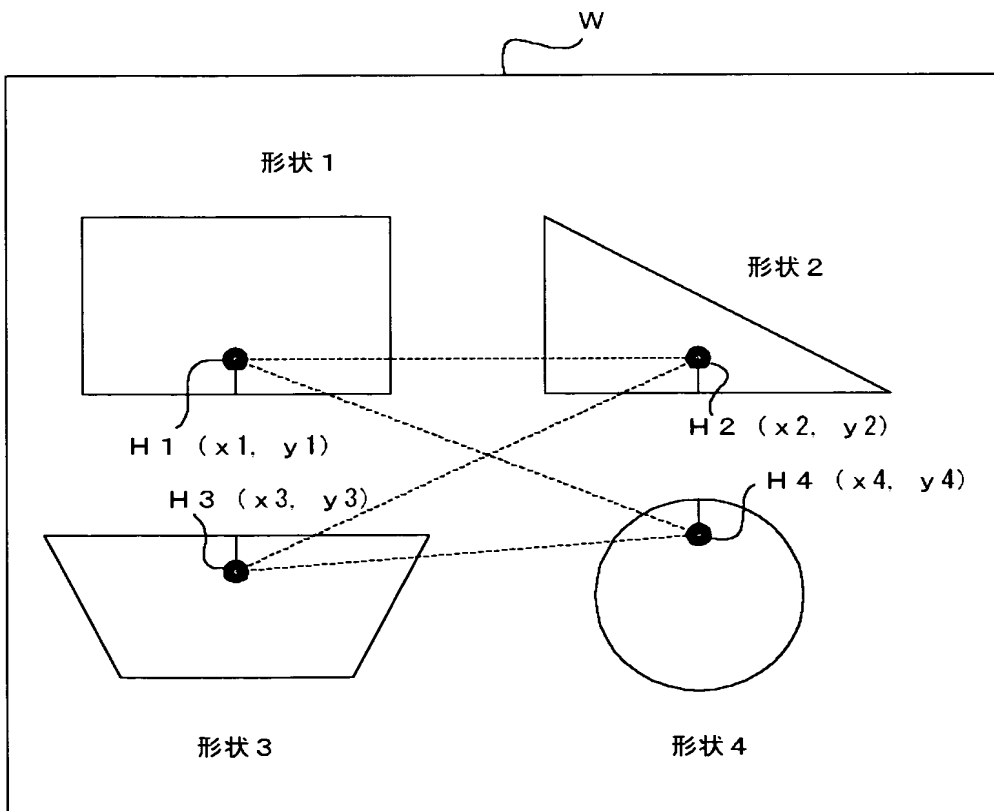
H 1 , H 2 , H 3 , H 4    ワイヤ挿通孔

【書類名】 図面

【図 1】



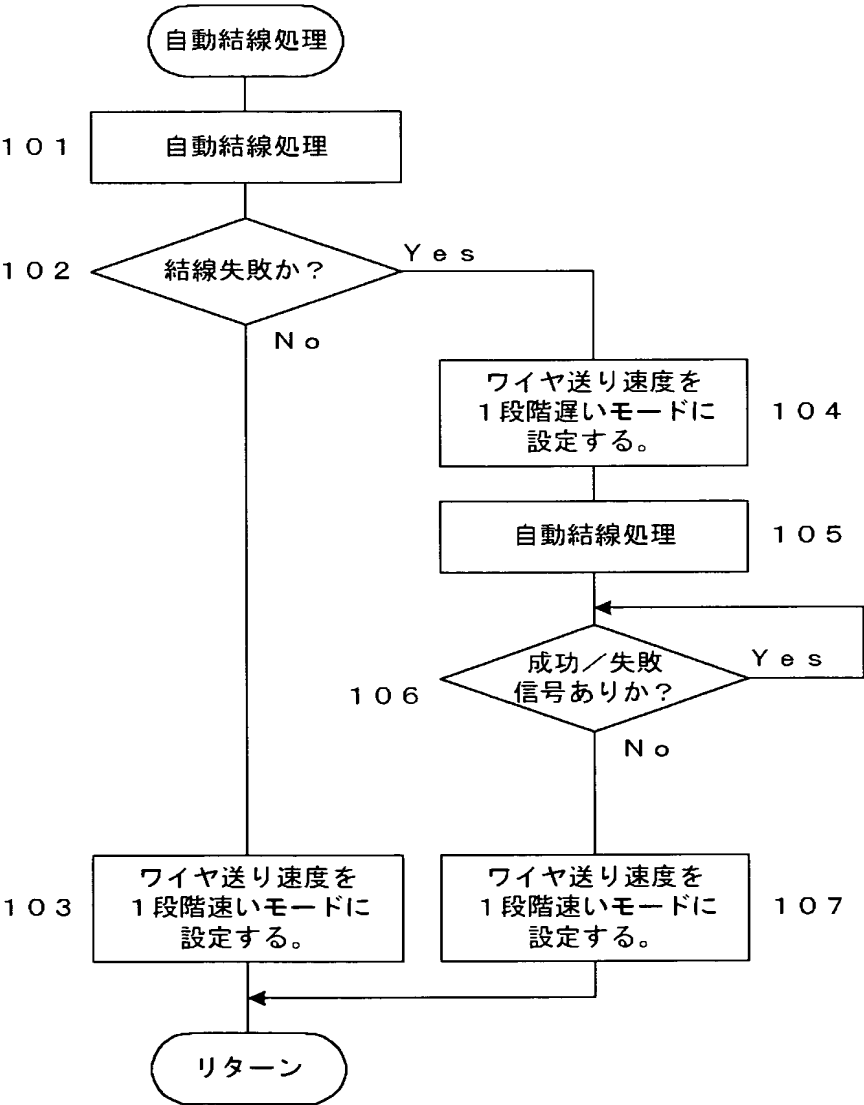
【図 2】



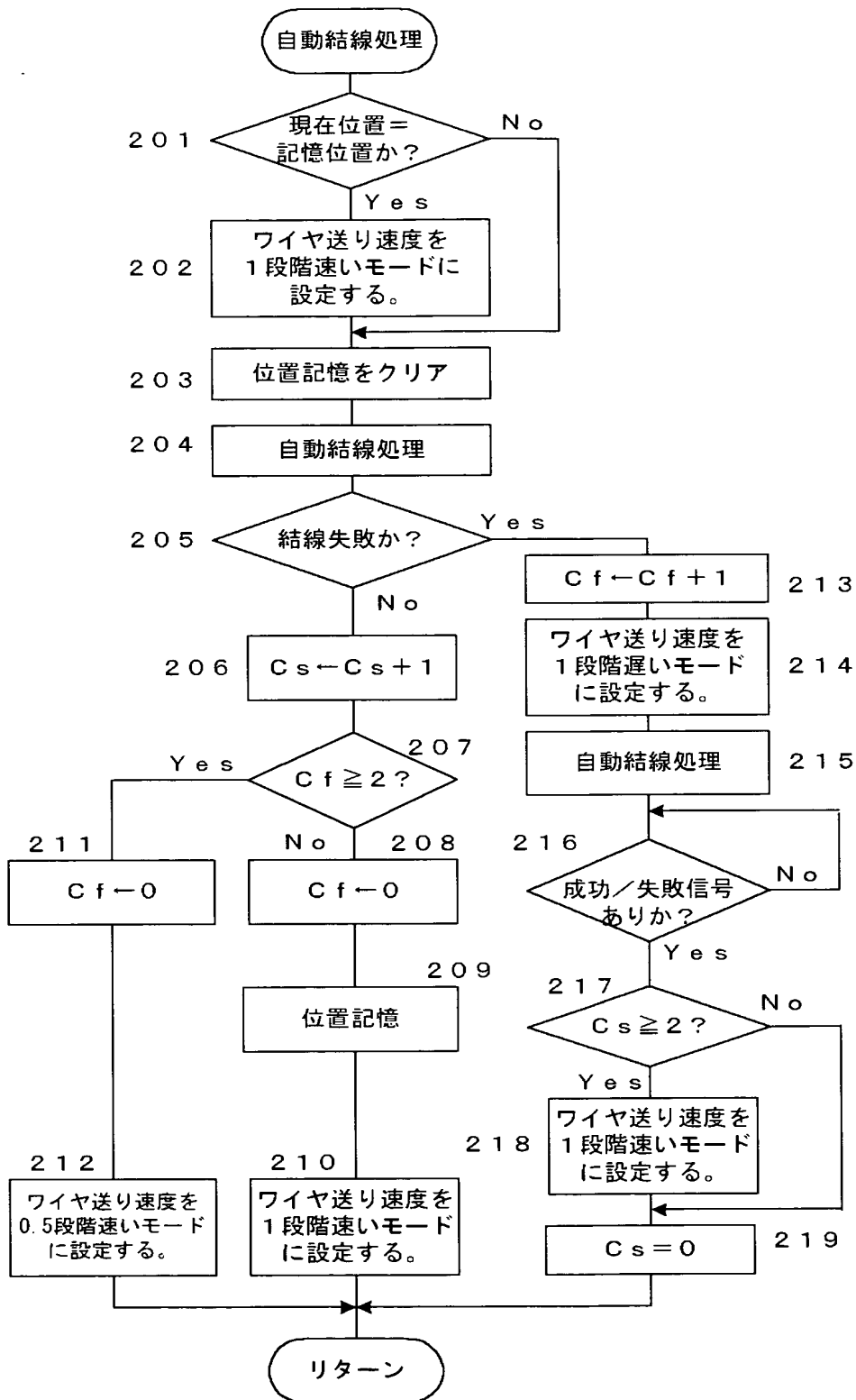
【図 3】

	粗加工	仕上げ加工
形状 1	結線 1	結線 5
形状 2	結線 2	結線 6
形状 3	結線 3	結線 7
形状 4	結線 4	結線 8

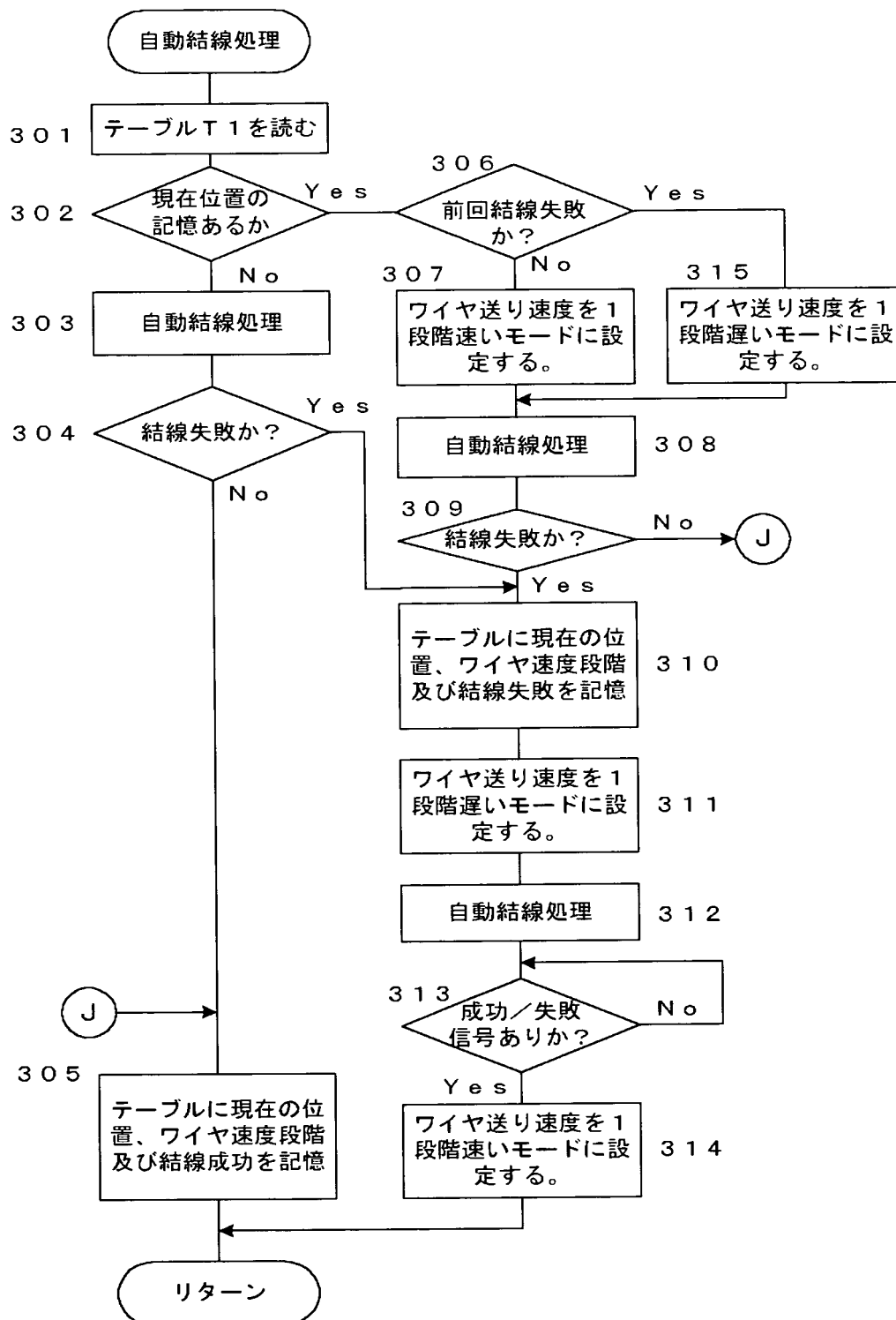
【図 4】



【図 5】

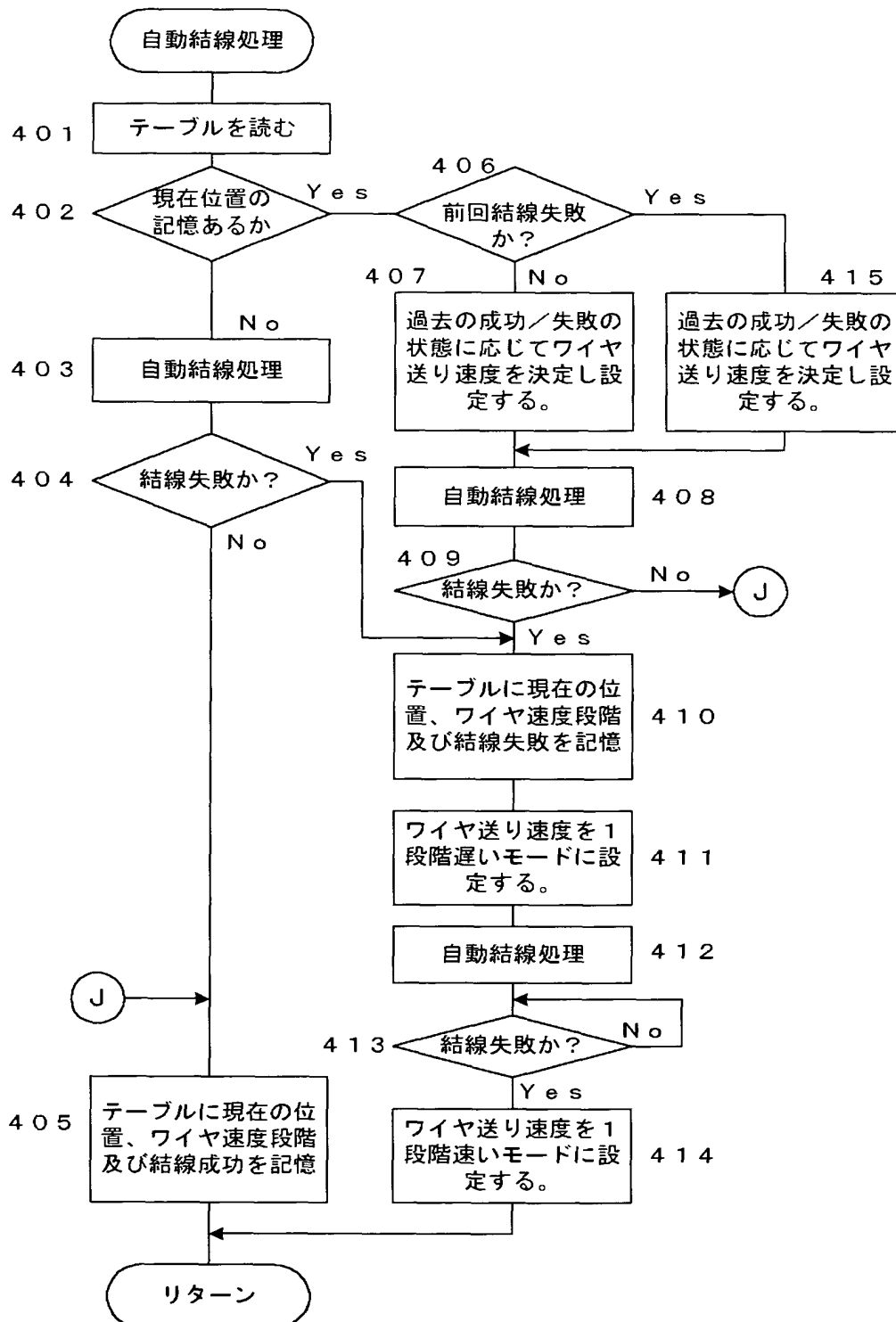


【図 6】





【図 7】



【図 8】

T 1

挿通孔位置	ワイヤ送り速度段階	成功 (0) / 失敗 (1)
(x 1, y 1)	0	0
(x 2, y 2)	0	0
(x 3, y 3)	0	0
(x 4, y 4)	0	0

【図 9】

T 2

挿通孔位置	ワイヤ送り速度段階	成功 (0) / 失敗 (1)		
(x 1, y 1)	0	0	0	0
(x 2, y 2)	0	0	0	0
(x 3, y 3)	0	0	0	0
(x 4, y 4)	0	0	0	0

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ワイヤ結線時間を短縮し、結線成功率を向上させる。

【解決手段】 ワイヤの自動結線を行う（101）。ワイヤ結線が成功したときには次の結線でのワイヤ送り速度を所定量だけ増加させる1段階速いモードを設定する（103）。結線を失敗したときには、1段階遅いモードとし（104）、ワイヤ送り速度を所定量遅くして自動結線させる（105）。そして、1段階速いモードに設定しワイヤ送り速度を元に戻す（107）。自動結線が成功する毎にワイヤ送り速度は1段階（所定量）速くなり、結線処理時間が短くなる。又、結線に失敗すればワイヤ送り速度を遅くし自動結線させることにより結線の成功率を向上させる。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 8 7 0 9 6
受付番号	5 0 2 0 1 4 7 0 3 7 9
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 9月30日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 8 7 0 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 0 8 2 3 5 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名

ファナック株式会社